

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 2月20日

出願番号

Application Number:

特願2001-043235

[ST.10/C]:

[JP2001-043235]

出願人

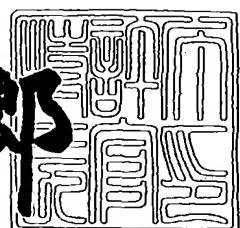
Applicant(s):

株式会社アドバンテスト

2002年 8月30日

特許長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2002-3067212

【書類名】 特許願

【整理番号】 8221

【提出日】 平成13年 2月20日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06F

【発明の名称】 画像マッチング方法、画像マッチング装置及びウェハ処理装置

【請求項の数】 19

【発明者】

【住所又は居所】 東京都練馬区旭町1丁目32番1号株式会社アドバンテスト内

【氏名】 市川 雅理

【発明者】

【住所又は居所】 東京都練馬区旭町1丁目32番1号株式会社アドバンテスト内

【氏名】 丸尾 和幸

【特許出願人】

【識別番号】 390005175

【氏名又は名称】 株式会社アドバンテスト

【代理人】

【識別番号】 100104156

【弁理士】

【氏名又は名称】 龍華 明裕

【電話番号】 (03)5366-7377

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 053394

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

特2001-043235

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像マッチング方法、画像マッチング装置及びウェハ処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 予め与えられたテンプレート画像に近似した近似部分領域を入力画像から検出する画像マッチング方法であって、

前記入力画像の画素値を第1軸及び前記第1軸に実質的に垂直な第2軸にそれぞれ投影した第1入力信号及び第2入力信号を形成する入力信号形成ステップと

前記テンプレート画像の画素値を前記第1軸に投影した第1テンプレート信号と前記第1入力信号とに基づいて、前記第1軸方向における前記近似部分領域を含む第1軸第1部分を検出する第1軸第1部分検出ステップと、

前記テンプレート画像の画素値を前記第2軸に投影した第2テンプレート信号と前記第2入力信号とに基づいて、前記第2軸方向における前記近似部分領域を含む第2軸第1部分を検出する第2軸第1部分検出ステップと、

前記第1軸第1部分及び前記第2軸第1部分により特定される前記入力画像における候補領域画像の画素値を前記第1軸に投影した第3入力信号を形成する候補領域信号形成ステップと、

前記第1テンプレート信号と前記第3入力信号とに基づいて、前記第1軸方向における前記近似部分領域を含む第1軸第2部分を検出する第1軸第2部分検出ステップと

を備えることを特徴とする画像マッチング方法。

【請求項2】 前記候補領域信号形成ステップは、前記候補領域画像の画素値を前記第2軸に投影した第4入力信号を形成するステップを有し、

画像マッチング方法は、前記第2テンプレート信号と前記第4入力信号とに基づいて、前記第2軸方向における前記近似部分領域を含む第2軸第2部分を検出する第2軸第2部分検出ステップをさらに備えることを特徴とする請求項1に記載の画像マッチング方法。

【請求項3】 前記テンプレート画像の画素値を前記テンプレート画像の前

記第1軸及び前記第2軸にそれぞれ投影することにより前記第1テンプレート信号及び前記第2テンプレート信号を形成するテンプレート信号形成ステップをさらに備えることを特徴とする請求項1又は2に記載の画像マッチング方法。

【請求項4】 前記第1軸第1部分検出ステップは、前記第1テンプレート信号における画素値のレベルが大きく変化するエッジ領域を抽出する第1テンプレートエッジ領域抽出ステップと、前記第1入力信号における画素値のレベルが大きく変化するエッジ領域を抽出する第1入力信号エッジ領域抽出ステップとを有し、前記第1テンプレート信号におけるエッジ領域の信号値と前記第1入力信号におけるエッジ領域の信号値とに基づいて、前記第1軸第1部分を検出し、

前記第2軸第1部分検出ステップは、前記第2テンプレート信号における画素値のレベルが大きく変化するエッジ領域を抽出する第2テンプレートエッジ領域抽出ステップと、前記第2入力信号における画素値のレベルが大きく変化するエッジ領域を抽出する第2入力信号エッジ領域抽出ステップとを有し、前記第2テンプレート信号におけるエッジ領域の信号値と前記第2入力信号におけるエッジ領域の信号値とに基づいて、前記第2軸第1部分を検出することを特徴とする請求項1又は2に記載の画像マッチング方法。

【請求項5】 前記第1テンプレートエッジ領域抽出ステップは、前記第1テンプレート信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標を前記エッジ領域として抽出するステップを有し、

前記第1入力信号エッジ領域抽出ステップは、前記第1入力信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標を前記エッジ領域として抽出するステップを有し、

前記第2テンプレートエッジ領域抽出ステップは、前記第2テンプレート信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標を前記エッジ領域として抽出するステップを有し、

前記第2入力信号エッジ領域抽出ステップは、前記第2入力信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標を前記エッジ領域として抽出するステップを有することを特徴とする請求項4に記載の画像マッチング方法。

【請求項6】 前記第1テンプレートエッジ領域抽出ステップは、前記第1テンプレート信号の信号値を微分し、前記微分した1次微分値が極値となる1次極値座標を検出するステップと、前記1次微分値をさらに微分し、前記1次極値座標を挟む前記微分した2次微分値が極小となる座標から前記2次微分値が極大となる座標までを前記エッジ領域として抽出するステップを有し、

前記第1入力信号エッジ領域抽出ステップは、前記第1入力信号の信号値を微分し、前記微分した1次微分値が極値となる1次極値座標を検出するステップと、前記1次微分値をさらに微分し、前記1次極値座標を挟む前記微分した2次微分値が最小となる座標から前記2次微分値が最大となる座標までを前記エッジ領域として抽出するステップを有し、

前記第2テンプレートエッジ領域抽出ステップは、前記第2テンプレート信号の信号値を微分し、前記微分した1次微分値が極値となる1次極値座標を検出するステップと、前記1次微分値をさらに微分し、前記1次極値座標を挟む前記微分した2次微分値が最小となる座標から前記2次微分値が最大となる座標までを前記エッジ領域として抽出するステップを有し、

前記第2入力信号エッジ領域抽出ステップは、前記第2入力信号の信号値を微分し、前記微分した1次微分値が極値となる1次極値座標を検出するステップと、前記1次微分値をさらに微分し、前記1次極値座標を挟む前記微分した2次微分値が最小となる座標から前記2次微分値が最大となる座標までを前記エッジ領域として抽出するステップを有することを特徴とする請求項4に記載の画像マッチング方法。

【請求項7】 前記第1軸第2部分検出ステップは、前記第3入力信号における画素値のレベルが大きく変化するエッジ領域を抽出する第3入力信号エッジ領域抽出ステップを有し、前記第1テンプレート信号におけるエッジ領域の信号値と前記第3入力信号におけるエッジ領域の信号値とに基づいて、前記第1軸第2部分を検出することを特徴とする請求項1又は2に記載の画像マッチング方法。

【請求項8】 前記第1テンプレートエッジ領域抽出ステップは、前記第1テンプレート信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の

値より大きい座標を前記エッジ領域として抽出するステップを有し、

前記第3入力信号エッジ領域抽出ステップは、前記第3入力信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標を前記エッジ領域として抽出するステップを有することを特徴とする請求項7に記載の画像マッチング方法。

【請求項9】 前記第1テンプレートエッジ領域抽出ステップは、前記第1テンプレート信号の信号値を微分し、前記微分した1次微分値が極値となる1次極値座標を検出するステップと、前記1次微分値をさらに微分し、前記1次極値座標を挟む前記微分した2次微分値が極小となる座標から前記2次微分値が極大となる座標までを前記エッジ領域として抽出するステップを有し、

前記第3入力信号エッジ領域抽出ステップは、前記第3入力信号の信号値を微分し、前記微分した1次微分値が極値となる1次極値座標を検出するステップと、前記1次微分値をさらに微分し、前記1次極値座標を挟む前記微分した2次微分値が極小となる座標から前記2次微分値が極大となる座標までを前記エッジ領域として抽出するステップを有することを特徴とする請求項7に記載の画像マッチング方法。

【請求項10】 前記第1軸第1部分検出ステップは、前記第1軸方向における前記テンプレート画像の幅の範囲毎に前記第1入力信号を走査して前記第1テンプレート信号と前記第1入力信号とを比較し、前記第1テンプレート信号と前記第1入力信号との相関を示す第1相関値を算出するステップを有し、前記第1相関値に基づいて、前記第1軸第1部分を検出し、

前記第2軸第1部分検出ステップは、前記第2軸方向における前記テンプレート画像の幅の範囲毎に前記第2入力信号を走査して前記第2テンプレート信号と前記第2入力信号とを比較し、前記第2テンプレート信号と前記第2入力信号との相関を示す第2相関値を算出するステップを有し、前記第2相関値に基づいて、前記第2軸第1部分を検出することを特徴とする請求項1又は2に記載の画像マッチング方法。

【請求項11】 前記第1軸第1部分検出ステップは、前記第1相関値が極大値を示す前記第1軸上の座標を前記第1軸第1部分として検出し、

前記第2軸第1部分検出ステップは、前記第2相関値が極大値を示す前記第2軸上の座標を前記第2軸第1部分として検出することを特徴とする請求項10に記載の画像マッチング方法。

【請求項12】 前記第1軸第1部分検出ステップは、前記第1相関値が極大値を示す前記座標中で、前記極大値が所定のしきい値より大きい座標を前記第1軸第1部分として検出し、

前記第2軸第1部分検出ステップは、前記第2相関値が極大値を示す前記座標中で、前記極大値が所定のしきい値より大きい座標を前記第2軸第1部分として検出することを特徴とする請求項10に記載の画像マッチング方法。

【請求項13】 前記第1軸第2部分検出ステップは、前記第1軸方向における前記テンプレート画像の幅の範囲毎に前記第3入力信号を走査して前記第1テンプレート信号と前記第3入力信号とを比較し、前記第1テンプレート信号と前記第3入力信号との相関を示す第3相関値を算出するステップを有し、前記第3相関値に基づいて、前記第1軸第2部分を検出することを特徴とする請求項1に記載の画像マッチング方法。

【請求項14】 前記第1軸第2部分検出ステップは、前記第1軸方向における前記テンプレート画像の幅の範囲毎に前記第3入力信号を走査して前記第1テンプレート信号と前記第3入力信号とを比較し、前記第1テンプレート信号と前記第3入力信号との相関を示す第3相関値を算出するステップを有し、前記第3相関値に基づいて、前記第1軸第2部分を検出し、

前記第2軸第2部分検出ステップは、前記第2軸方向における前記テンプレート画像の幅の範囲毎に前記第4入力信号を走査して前記第2テンプレート信号と前記第4入力信号とを比較し、前記第2テンプレート信号と前記第4入力信号との相関を示す第4相関値を算出するステップを有し、前記第4相関値に基づいて、前記第2軸第2部分を検出することを特徴とする請求項2に記載の画像マッチング方法。

【請求項15】 予め与えられたテンプレート画像に近似した近似部分領域を入力画像から検出する画像マッチング装置であって、

前記入力画像の画素値を前記第1軸及び前記第1軸に実質的に垂直な前記第2

軸にそれぞれ投影した第1入力信号及び第2入力信号を形成する入力信号形成手段と、

前記テンプレート画像の画素値を前記第1軸に投影した第1テンプレート信号と前記第1入力信号とに基づいて、前記第1軸方向における前記近似部分領域を含む第1軸第1部分を検出する第1軸第1部分検出手段と、

前記テンプレート画像の画素値を前記第2軸に投影した第2テンプレート信号と前記第2入力信号とに基づいて、前記第2軸方向における前記近似部分領域を含む第2軸第1部分を検出する第2軸第1部分検出手段と、

前記第1軸第1部分及び前記第2軸第1部分により特定される前記入力画像における候補領域画像の画素値を前記第1軸に投影した第3入力信号を形成する候補領域信号形成手段と、

前記第1テンプレート信号と前記第3入力信号とに基づいて、前記第1軸方向における前記近似部分領域を含む第1軸第2部分を検出する第1軸第2部分検出手段と

を備えることを特徴とする画像マッチング装置。

【請求項16】 前記候補領域信号形成手段は、前記候補領域画像の画素値を前記第2軸に投影した第4入力信号を形成し、

画像マッチング装置は、前記第2テンプレート信号と前記第4入力信号とに基づいて、前記第2軸方向における前記近似部分領域を含む第2軸第2部分を検出する第2軸第2部分検出手段をさらに備えることを特徴とする請求項15に記載の画像マッチング装置。

【請求項17】 前記テンプレート画像の画素値を当該テンプレート画像の前記第1軸及び前記第2軸にそれぞれ投影した第1テンプレート信号及び第2テンプレート信号を形成するテンプレート信号形成手段をさらに備えることを特徴とする請求項15又は16に記載の画像マッチング装置。

【請求項18】 ウェハに回路パターンを露光するウェハ処理装置であって

前記ウェハに設けられたマークを含む画像を入力画像として取得する入力画像取得手段と、

テンプレート画像を記憶する記憶手段と、

前記記憶手段に記憶された前記テンプレート画像の画素値を当該画像の第1軸及び前記第1軸に実質的に垂直な第2軸にそれぞれ投影した第1テンプレート信号及び第2テンプレート信号を形成するテンプレート信号形成手段と、

前記入力画像の画素値を前記第1軸及び前記第2軸にそれぞれ投影した第1入力信号及び第2入力信号を形成する入力信号形成手段と、

前記第1テンプレート信号及び前記第1入力信号に基づいて、前記第1軸方向における前記テンプレート画像を含む第1軸第1部分を検出する第1軸第1部分検出手段と、

前記第2テンプレート信号及び前記第2入力信号に基づいて、前記第2軸方向における前記テンプレート画像を含む第2軸第1部分を検出する第2軸第1部分検出手段と、

前記第1軸第1部分及び前記第2軸第1部分により特定される前記入力画像における候補領域画像の画素値を前記第1軸に投影した第3入力信号を形成する候補領域信号形成手段と、

前記第1テンプレート信号及び前記第3入力信号に基づいて、前記第1軸方向における前記テンプレート画像を含む第1軸第2部分を検出する第1軸第2部分検出手段と、

前記第1軸第1部分により特定される前記入力画像における決定領域画像を前記テンプレート画像とマッチングし、前記ウェハにおける前記マークの位置に基づいて前記ウェハの位置を検出するマッチング手段と、

前記検出された前記ウェハの位置に基づいて、前記ウェハを移動させる移動手段と

を備えることを特徴とするウェハ処理装置。

【請求項1-9】 前記候補領域信号形成手段は、前記候補領域画像の画素値を前記第2軸に投影した第4入力信号を形成し、

ウェハ処理装置は、前記第2テンプレート信号と前記第4入力信号に基づいて、前記第2軸方向における前記近似部分領域を含む第2軸第2部分を検出する第2軸第2部分検出手段をさらに備えることを特徴とする請求項1-8に記載のウ

エハ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像マッチング方法、画像マッチング装置及びウェハ処理装置に関する。特に本発明は、迅速に画像をマッチングすることが可能な画像マッチング方法、画像マッチング装置及びウェハ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体基板等のウェハに回路パターンを露光する場合には、正確な位置合わせを行うために、ウェハの所定の位置に予め位置合わせ用のマークを描画し、ウェハにおけるマークの位置を検出する。そして、検出されたマークの位置を基準としてウェハに所定のパターンを露光する。ウェハのマークの位置を検出するため、画像マッチング技術が用いられる。従来の画像マッチング技術においては、ウェハのマークを含む画像を入力画像として取得し、その入力画像の画素値をテンプレート画像の画素値と二次元的に比較していた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、通常、入力画像におけるマークの位置を検出するためには、複雑な計算式を用いて正規化された相互相関値等を求めるため、入力画像の画素値をテンプレート画像の画素値と二次元的に比較していたのでは、膨大な回数の計算をする必要があった。そのため、ウェハのマークの位置を検出するために多大な時間を要し、迅速なウェハ露光処理を行うのが困難であった。

【0004】

そこで本発明は、上記の課題を解決することのできる画像マッチング方法、画像マッチング装置及びウェハ処理装置を提供することを目的とする。この目的は特許請求の範囲における独立項に記載の特徴の組み合わせにより達成される。また従属項は本発明の更なる有利な具体例を規定する。

【0005】

【課題を解決するための手段】

即ち、本発明の第1の形態によると、予め与えられたテンプレート画像に近似した近似部分領域を入力画像から検出する画像マッチング方法であって、入力画像の画素値を第1軸及び第1軸に実質的に垂直な第2軸にそれぞれ投影した第1入力信号及び第2入力信号を形成する入力信号形成ステップと、テンプレート画像の画素値を第1軸に投影した第1テンプレート信号と第1入力信号とに基づいて、第1軸方向における近似部分領域を含む第1軸第1部分を検出する第1軸第1部分検出ステップと、テンプレート画像の画素値を第2軸に投影した第2テンプレート信号と第2入力信号とに基づいて、第2軸方向における近似部分領域を含む第2軸第1部分を検出する第2軸第1部分検出ステップと、第1軸第1部分及び第2軸第1部分により特定される入力画像における候補領域画像の画素値を第1軸に投影した第3入力信号を形成する候補領域信号形成ステップと、第1テンプレート信号と第3入力信号とに基づいて、第1軸方向における近似部分領域を含む第1軸第2部分を検出する第1軸第2部分検出ステップとを備えることを特徴とする画像マッチング方法を提供する。

【0006】

候補領域信号形成ステップは、候補領域画像の画素値を第2軸に投影した第4入力信号を形成するステップを有してもよく、画像マッチング方法は、第2テンプレート信号と第4入力信号とに基づいて、第2軸方向における近似部分領域を含む第2軸第2部分を検出する第2軸第2部分検出ステップをさらに備えてもよい。

【0007】

画像マッチング方法は、テンプレート画像の画素値をテンプレート画像の第1軸及び第2軸にそれぞれ投影することにより第1テンプレート信号及び第2テンプレート信号を形成するテンプレート信号形成ステップをさらに備えてもよい。

【0008】

第1軸第1部分検出ステップは、第1テンプレート信号における画素値のレベルが大きく変化するエッジ領域を抽出する第1テンプレートエッジ領域抽出ステップと、第1入力信号における画素値のレベルが大きく変化するエッジ領域を抽

とする第1入力信号エッジ領域抽出ステップとを有し、第1テンプレート信号におけるエッジ領域の信号値と第1入力信号におけるエッジ領域の信号値とに基づいて、第1軸第1部分を検出してもよく、第2軸第1部分検出ステップは、第2テンプレート信号における画素値のレベルが大きく変化するエッジ領域を抽出する第2テンプレートエッジ領域抽出ステップと、第2入力信号における画素値のレベルが大きく変化するエッジ領域を抽出する第2入力信号エッジ領域抽出ステップとを有し、第2テンプレート信号におけるエッジ領域の信号値と第2入力信号におけるエッジ領域の信号値とに基づいて、第2軸第1部分を検出してもよい。

【0009】

第1テンプレートエッジ領域抽出ステップは、第1テンプレート信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標をエッジ領域として抽出するステップを有してもよく、第1入力信号エッジ領域抽出ステップは、第1入力信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標をエッジ領域として抽出するステップを有してもよい。また、第2テンプレートエッジ領域抽出ステップは、第2テンプレート信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標をエッジ領域として抽出するステップを有してもよく、第2入力信号エッジ領域抽出ステップは、第2入力信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標をエッジ領域として抽出するステップを有してもよい。

【0010】

第1テンプレートエッジ領域抽出ステップは、第1テンプレート信号の信号値を微分し、微分した1次微分値が極値となる1次極値座標を検出するステップと、1次微分値をさらに微分し、1次極値座標を挟む微分した2次微分値が極小となる座標から2次微分値が極大となる座標までをエッジ領域として抽出するステップを有してもよく、第1入力信号エッジ領域抽出ステップは、第1入力信号の信号値を微分し、微分した1次微分値が極値となる1次極値座標を検出するステップと、1次微分値をさらに微分し、1次極値座標を挟む微分した2次微分値が最小となる座標から2次微分値が最大となる座標までをエッジ領域として抽出す

るステップを有してもよい。また、第2テンプレートエッジ領域抽出ステップは、第2テンプレート信号の信号値を微分し、微分した1次微分値が極値となる1次極値座標を検出するステップと、1次微分値をさらに微分し、1次極値座標を挟む微分した2次微分値が最小となる座標から2次微分値が最大となる座標までをエッジ領域として抽出するステップを有してもよく、第2入力信号エッジ領域抽出ステップは、第2入力信号の信号値を微分し、微分した1次微分値が極値となる1次極値座標を検出するステップと、1次微分値をさらに微分し、1次極値座標を挟む微分した2次微分値が最小となる座標から2次微分値が最大となる座標までをエッジ領域として抽出するステップを有してもよい。

【0011】

第1軸第2部分検出ステップは、第3入力信号における画素値のレベルが大きく変化するエッジ領域を抽出する第3入力信号エッジ領域抽出ステップを有し、第1テンプレート信号におけるエッジ領域の信号値と第3入力信号におけるエッジ領域の信号値とに基づいて、第1軸第2部分を検出してもよい。

【0012】

第2軸第2部分検出ステップは、第4入力信号における画素値のレベルが大きく変化するエッジ領域を抽出する第4入力信号エッジ領域抽出ステップを有し、第2テンプレート信号におけるエッジ領域の信号値と第4入力信号におけるエッジ領域の信号値とに基づいて、第2軸第2部分を検出してもよい。

【0013】

第1テンプレートエッジ領域抽出ステップは、第1テンプレート信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標をエッジ領域として抽出するステップを有し、第3入力信号エッジ領域抽出ステップは、第3入力信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標をエッジ領域として抽出するステップを有してもよい。

【0014】

第2テンプレートエッジ領域抽出ステップは、第2テンプレート信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標をエッジ領域として抽出するステップを有してもよく、第4入力信号エッジ領域抽出ステ

ップは、第4入力信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標をエッジ領域として抽出するステップを有してもよい。

【0015】

第1テンプレートエッジ領域抽出ステップは、第1テンプレート信号の信号値を微分し、微分した1次微分値が極値となる1次極値座標を検出するステップと、1次微分値をさらに微分し、1次極値座標を挟む微分した2次微分値が極小となる座標から2次微分値が極大となる座標までをエッジ領域として抽出するステップを有してもよく、第3入力信号エッジ領域抽出ステップは、第3入力信号の信号値を微分し、微分した1次微分値が極値となる1次極値座標を検出するステップと、1次微分値をさらに微分し、1次極値座標を挟む微分した2次微分値が極小となる座標から2次微分値が極大となる座標までをエッジ領域として抽出するステップを有してもよい。

【0016】

第2テンプレートエッジ領域抽出ステップは、第2テンプレート信号の信号値を微分し、微分した1次微分値が極値となる1次極値座標を検出するステップと、1次微分値をさらに微分し、1次極値座標を挟む微分した2次微分値が極小となる座標から2次微分値が極大となる座標までをエッジ領域として抽出するステップを有してもよく、第4入力信号エッジ領域抽出ステップは、第4入力信号の信号値を微分し、微分した1次微分値が極値となる1次極値座標を検出するステップと、1次微分値をさらに微分し、1次極値座標を挟む微分した2次微分値が極小となる座標から2次微分値が極大となる座標までをエッジ領域として抽出するステップを有してもよい。

【0017】

第1軸第1部分検出ステップは、第1入力信号における画素値のレベルが大きく変化するエッジ領域を抽出するステップと、第1入力信号における複数のエッジ領域間の距離をそれぞれ算出するステップと、第1入力信号における算出したエッジ領域間の距離が許容範囲に含まれるエッジ領域の組み合わせを求めるステップと、第1テンプレート信号における画素値のレベルが大きく変化する複数のエッジ領域を抽出するステップと、第1テンプレート信号における複数のエッジ

領域間の距離をそれぞれ算出するステップと、第1テンプレート信号における算出したエッジ領域間の距離が許容範囲となるエッジ領域の組み合わせを求めるステップと、第1入力信号におけるエッジ領域の組み合わせの中心を、第1テンプレート信号におけるエッジ領域の組み合わせの中心と合わせるステップとを有してもよい。

【0018】

第2軸第1部分検出ステップは、第2入力信号における画素値のレベルが大きく変化するエッジ領域を抽出するステップと、第2入力信号における複数のエッジ領域間の距離をそれぞれ算出するステップと、第2入力信号における算出したエッジ領域間の距離が許容範囲に含まれるエッジ領域の組み合わせを求めるステップと、第2テンプレート信号における画素値のレベルが大きく変化する複数のエッジ領域を抽出するステップと、第2テンプレート信号における複数のエッジ領域間の距離をそれぞれ算出するステップと、第2テンプレート信号における算出したエッジ領域間の距離が許容範囲となるエッジ領域の組み合わせを求めるステップと、第2入力信号におけるエッジ領域の組み合わせの中心を、第2テンプレート信号におけるエッジ領域の組み合わせの中心と合わせるステップとを有してもよい。

【0019】

第1軸第1部分検出ステップは、第1軸方向におけるテンプレート画像の幅の範囲毎に第1入力信号を走査して第1テンプレート信号と第1入力信号とを比較し、第1テンプレート信号と第1入力信号との相関を示す第1相関値を算出するステップを有し、第1相関値に基づいて、第1軸第1部分を検出してもよく、第2軸第1部分検出ステップは、第2軸方向におけるテンプレート画像の幅の範囲毎に第2入力信号を走査して第2テンプレート信号と第2入力信号とを比較し、第2テンプレート信号と第2入力信号との相関を示す第2相関値を算出するステップを有し、第2相関値に基づいて、第2軸第1部分を検出してもよい。

【0020】

第1軸第1部分検出ステップは、第1相関値が極大値を示す第1軸上の座標を第1軸第1部分として検出してよく、第2軸第1部分検出ステップは、第2相関

値が極大値を示す第2軸上の座標を第2軸第1部分として検出してよい。

【0021】

第1軸第1部分検出ステップは、第1相関値が極大値を示す座標中で、極大値が所定のしきい値より大きい座標を第1軸第1部分として検出してよく、第2軸第1部分検出ステップは、第2相関値が極大値を示す座標中で、極大値が所定のしきい値より大きい座標を第2軸第1部分として検出してよい。

【0022】

第1軸第2部分検出ステップは、第1軸方向におけるテンプレート画像の幅の範囲毎に第3入力信号を走査して第1テンプレート信号と第3入力信号とを比較し、第1テンプレート信号と第3入力信号との相関を示す第3相関値を算出するステップを有し、第3相関値に基づいて、第1軸第2部分を検出してもよい。

【0023】

第1軸第2部分検出ステップは、第1軸方向におけるテンプレート画像の幅の範囲毎に第3入力信号を走査して第1テンプレート信号と第3入力信号とを比較し、第1テンプレート信号と第3入力信号との相関を示す第3相関値を算出するステップを有し、第3相関値に基づいて、第1軸第2部分を検出してよく、第2軸第2部分検出ステップは、第2軸方向におけるテンプレート画像の幅の範囲毎に第4入力信号を走査して第2テンプレート信号と第4入力信号とを比較し、第2テンプレート信号と第4入力信号との相関を示す第4相関値を算出するステップを有し、第4相関値に基づいて、第2軸第2部分を検出してよい。

【0024】

第1軸第2部分検出ステップは、第3相関値が極大値を示す第1軸上の座標を第1軸第2部分として検出してもよい。

第2軸第2部分検出ステップは、第4相関値が極大値を示す第2軸上の座標を第2軸第2部分として検出してもよい。

【0025】

第1軸第2部分検出ステップは、第3相関値が極大値を示す座標中で、極大値が所定のしきい値より大きい座標を第1軸第2部分として検出してもよい。

第2軸第2部分検出ステップは、第4相関値が極大値を示す座標中で、極大値

が所定のしきい値より大きい座標を第2軸第2部分として検出してもよい。

【0026】

本発明の第2の形態によると、予め与えられたテンプレート画像に近似した近似部分領域を入力画像から検出する画像マッチング装置であって、入力画像の画素値を第1軸及び第1軸に実質的に垂直な第2軸にそれぞれ投影した第1入力信号及び第2入力信号を形成する入力信号形成手段と、テンプレート画像の画素値を第1軸に投影した第1テンプレート信号と第1入力信号とに基づいて、第1軸方向における近似部分領域を含む第1軸第1部分を検出する第1軸第1部分検出手段と、テンプレート画像の画素値を第2軸に投影した第2テンプレート信号と第2入力信号とに基づいて、第2軸方向における近似部分領域を含む第2軸第1部分を検出する第2軸第1部分検出手段と、第1軸第1部分及び第2軸第1部分により特定される入力画像における候補領域画像の画素値を第1軸に投影した第3入力信号を形成する候補領域信号形成手段と、第1テンプレート信号と第3入力信号とに基づいて、第1軸方向における近似部分領域を含む第1軸第2部分を検出する第1軸第2部分検出手段とを備えることを特徴とする画像マッチング装置を提供する。

【0027】

候補領域信号形成手段は、候補領域画像の画素値を第2軸に投影した第4入力信号を形成してもよく、画像マッチング装置は、第2テンプレート信号と第4入力信号とに基づいて、第2軸方向における近似部分領域を含む第2軸第2部分を検出する第2軸第2部分検出手段をさらに備えてもよい。

【0028】

画像マッチング装置は、テンプレート画像の画素値を当該テンプレート画像の第1軸及び第2軸にそれぞれ投影した第1テンプレート信号及び第2テンプレート信号を形成するテンプレート信号形成手段をさらに備えてもよい。

【0029】

本発明の第3の形態によると、ウェハに回路パターンを露光するウェハ処理装置であって、ウェハに設けられたマークを含む画像を入力画像として取得する入力画像取得手段と、テンプレート画像を記憶する記憶手段と、記憶手段に記憶され

たテンプレート画像の画素値を当該画像の第1軸及び第2軸に実質的に垂直な第2軸にそれぞれ投影した第1テンプレート信号及び第2テンプレート信号を形成するテンプレート信号形成手段と、入力画像の画素値を第1軸及び第2軸にそれぞれ投影した第1入力信号及び第2入力信号を形成する入力信号形成手段と、第1テンプレート信号及び第1入力信号に基づいて、第1軸方向におけるテンプレート画像を含む第1軸第1部分を検出する第1軸第1部分検出手段と、第2テンプレート信号及び第2入力信号に基づいて、第2軸方向におけるテンプレート画像を含む第2軸第1部分を検出する第2軸第1部分検出手段と、第1軸第1部分及び第2軸第1部分により特定される入力画像における候補領域画像の画素値を第1軸に投影した第3入力信号を形成する候補領域信号形成手段と、第1テンプレート信号及び第3入力信号に基づいて、第1軸方向におけるテンプレート画像を含む第1軸第2部分を検出する第1軸第2部分検出手段と、第1軸第1部分により特定される入力画像における決定領域画像をテンプレート画像とマッチングし、ウェハにおけるマークの位置に基づいてウェハの位置を検出するマッチング手段と、検出されたウェハの位置に基づいて、ウェハを移動させる移動手段とを備えることを特徴とするウェハ処理装置を提供する。

【0030】

候補領域信号形成手段は、候補領域画像の画素値を第2軸に投影した第4入力信号を形成してもよく、ウェハ処理装置は、第2テンプレート信号と第4入力信号に基づいて、第2軸方向における近似部分領域を含む第2軸第2部分を検出する第2軸第2部分検出手段をさらに備えてもよい。

【0031】

なお上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではなく、これらの特徴群のサブコンビネーションも又発明となりうる。

【0032】

【発明の実施の形態】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態はクレームにかかる発明を限定するものではなく、又実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0033】

図1は、本発明の一実施形態に係るウェハ処理装置を示すブロック図である。ウェハ処理装置10は、ウェハに回路パターンを露光する。ウェハ処理装置10は、ウェハに設けられたマークを含む画像を入力画像として取得する入力画像取得手段14と、テンプレート画像を記憶するテンプレート画像記憶手段12と、予め与えられたテンプレート画像に近似した近似部分領域をマークとして入力画像から検出するマッチング装置20と、検出されたマークをテンプレート画像とマッチングし、ウェハにおけるマークの位置に基づいてウェハの位置を検出するマッチング手段と、検出されたウェハの位置に基づいて、ウェハを移動させるウェハ移動手段42とを有する。ウェハ処理装置10は、例えば電子ビーム露光装置等のウェハ露光装置であってよい。この場合ウェハ処理装置10は、電子ビームを発生する電子銃と、電子ビームを収束し、焦点位置を調整する電子レンズと、電子ビームを偏向する偏向部とをさらに有してよい。

【0034】

マッチング装置20は、テンプレート信号形成手段22と、入力信号形成手段24と、第1軸第1部分検出手段26と、第2軸第1部分検出手段28と、第1軸第2部分検出手段30と、第2軸第2部分検出手段32と、候補領域信号形成手段34と、マッチング手段40とを有する。

【0035】

テンプレート信号形成手段22は、テンプレート画像記憶手段12に記憶されたテンプレート画像の画素値を当該画像の第1軸上及び第1軸と異なる第2軸上にそれぞれ投影した第1テンプレート信号及び第2テンプレート信号を形成する。第2軸は第1軸に実質的に垂直であるのが好ましい。入力信号形成手段24は、入力画像取得手段14が取得した入力画像の画素値を第1軸上及び第2軸上にそれぞれ投影した第1入力信号及び第2入力信号を形成する。

【0036】

第1軸第1部分検出手段26は、第1テンプレート信号及び第1入力信号に基づいて、第1軸方向における近似部分領域を含む第1軸第1部分を検出する。第1軸第1部分検出手段26は、第1テンプレート信号における画素値のレベルが

大きく変化するエッジ領域を抽出してもよく、第1入力信号における画素値のレベルが大きく変化するエッジ領域を抽出してもよい。この場合、第1軸第1部分検出手段26は、第1テンプレート信号におけるエッジ領域の信号値と第1入力信号におけるエッジ領域の信号値とに基づいて、第1軸第1部分を検出するのが好ましい。

【0037】

第2軸第1部分検出手段28は、第2テンプレート信号及び第2入力信号とにに基づいて、第2軸方向における近似部分領域を含む第2軸第1部分を検出する。第2軸第1部分検出手段28は、第2テンプレート信号における画素値のレベルが大きく変化するエッジ領域を抽出してもよく、第2入力信号における画素値のレベルが大きく変化するエッジ領域を抽出してもよい。この場合、第2軸第1部分検出手段28は、第2テンプレート信号におけるエッジ領域の信号値と第2入力信号におけるエッジ領域の信号値とに基づいて、第2軸第1部分を検出するのが好ましい。

【0038】

本実施形態に係るウェハ処理装置10は、第1軸第1部分検出手段26及び第2軸第1部分検出手段28がそれぞれ第1軸方向における第1軸第1部分及び第2軸方向における第2軸第1部分を一次元的に検出するため、入力画像から近似部分領域が含まれる可能性の高い候補領域を迅速に特定することができる。

【0039】

また、第1軸第1部分検出手段26及び第2軸第1部分がそれぞれエッジ領域の信号値に基づいて第1軸第1部分及び第2軸第1部分を検出することにより、ウェハの状態によって生じる入力画像の画像値の局所的な変動に影響されることなく入力画像中のマークを精度良く検出することができる。

【0040】

次に、第1軸第1部分検出手段26及び第2軸第1部分検出手段28がエッジ領域を抽出するステップの一例を説明する。

第1軸第1部分検出手段26は、第1テンプレート信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標をエッジ領域として抽

出する。次に、第1軸第1部分検出手段26は、第1入力信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標をエッジ領域として抽出する。

【0041】

同様に、第2軸第1部分検出手段28は、第2テンプレート信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標をエッジ領域として抽出する。次に、第2軸第1部分検出手段28は、第2入力信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標をエッジ領域として抽出する。

【0042】

次に、第1軸第1部分検出手段26及び第2軸第1部分検出手段28がエッジ領域を抽出するステップの他の例を説明する。

第1軸第1部分検出手段26は、第1テンプレート信号及び第1入力信号の信号値をそれぞれ微分し、微分した1次微分値が極値となる1次極値座標を検出す。次に、第1軸第1部分検出手段26は、第1テンプレート信号及び第1入力信号の1次微分値をさらにそれぞれ微分し、1次極値座標を挟む微分した2次微分値が極小となる座標から2次微分値が極大となる座標までをエッジ領域としてそれぞれ抽出する。

【0043】

同様に、第2軸第1部分検出手段28は、第2テンプレート信号及び第2入力信号の信号値をそれぞれ微分し、微分した1次微分値が極値となる1次極値座標を検出す。次に、第2軸第1部分検出手段28は、第2テンプレート信号及び第2入力信号の1次微分値をさらにそれぞれ微分し、1次極値座標を挟む微分した2次微分値が極小となる座標から2次微分値が極大となる座標までをエッジ領域としてそれぞれ抽出する。

【0044】

本実施形態に係るウェハ処理装置10は、第1軸第1部分検出手段26及び第2軸第1部分検出手段28がエッジ領域を抽出するので、より迅速に候補領域を特定することができる。

【0045】

候補領域信号形成手段34は、第1軸第1部分及び第2軸第1部分により特定される入力画像における候補領域画像の画素値を第1軸上に投影した第3入力信号を形成する。候補領域信号形成手段34は、さらに、候補領域画像の画素値を第2軸上に投影した第4入力信号を形成してもよい。

【0046】

第1軸第2部分検出手段30は、第1テンプレート信号及び第3入力信号に基づいて、第1軸方向における近似部分領域を含む第1軸第2部分を検出する。第1軸第2部分検出手段30は、第3入力信号における画素値のレベルが大きく変化するエッジ領域を抽出してもよい。この場合、第1軸第2部分検出手段30は、第1軸第1部分検出手段26により抽出された第1テンプレート信号におけるエッジ領域の信号値と第3入力信号におけるエッジ領域の信号値とに基づいて、第1軸第2部分を検出するのが好ましい。

【0047】

第2軸第2部分検出手段32は、第2テンプレート信号及び第4入力信号とに基づいて、第2軸方向における近似部分領域を含む第2軸第2部分を検出する。第2軸第2部分検出手段32は、第4入力信号における画素値のレベルが大きく変化するエッジ領域を抽出してもよい。この場合、第2軸第2部分検出手段32は、第2軸第1部分検出手段28により抽出された第2テンプレート信号におけるエッジ領域の信号値と第4入力信号におけるエッジ領域の信号値とに基づいて、第2軸第2部分を検出するのが好ましい。

【0048】

本実施形態に係るウェハ処理装置10は、第1軸第2部分検出手段30及び第2軸第2部分検出手段32がそれぞれ第1軸方向における第1軸第2部分及び第2軸方向における第2軸第2部分を一次元的に検出するため、候補領域から近似部分領域を迅速に特定することができる。

【0049】

次に、第1軸第2部分検出手段30及び第2軸第2部分検出手段32がエッジ領域を抽出するステップの一例を説明する。

第1軸第2部分検出手段30は、第1テンプレート信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標をエッジ領域として抽出する。次に、第1軸第2部分検出手段30は、第3入力信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標をエッジ領域として抽出する。

【0050】

第2軸第2部分検出手段32は、第2テンプレート信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標をエッジ領域として抽出する。次に、第2軸第2部分検出手段32は、第4入力信号の信号値を微分し、当該微分した1次微分値の絶対値が所定の値より大きい座標をエッジ領域として抽出する。

【0051】

次に、第1軸第2部分検出手段30及び第2軸第2部分検出手段32がエッジ領域を抽出するステップの他の例を説明する。

第1軸第2部分検出手段30は、第3入力信号の信号値を微分し、微分した1次微分値が極値となる1次極値座標を検出する。次に、第1軸第2部分検出手段30は、第3入力信号の1次微分値をさらに微分し、1次極値座標を挟む微分した2次微分値が極小となる座標から2次微分値が極大となる座標までをエッジ領域として抽出する。

【0052】

第2軸第2部分検出手段32は、第4入力信号の信号値を微分し、微分した1次微分値が極値となる1次極値座標を検出する。次に、第2軸第2部分検出手段32は、第4入力信号の1次微分値をさらに微分し、1次極値座標を挟む微分した2次微分値が極小となる座標から2次微分値が極大となる座標までをエッジ領域として抽出する。

【0053】

本実施形態に係るウェハ処理装置10は、第1軸第2部分検出手段30及び第2軸第2部分検出手段32がエッジ領域を抽出するので、より迅速に近似部分領域を特定することができる。

【0054】

さらに、マッチング手段40は、第1軸第2部分及び第2軸第2部分により特定される入力画像における決定領域画像をテンプレート画像とマッチングしてもよい。マッチング手段40は、第1軸第2部分及び第2軸第2部分により特定される入力画像における決定領域画像の画素値を第1軸上に投影した第5入力信号と第2軸上に投影した第6入力信号とを形成してもよい。

【0055】

マッチング手段40は、第5入力信号における画素値のレベルが大きく変化する複数のエッジ領域を抽出してもよい。さらに、マッチング手段40は、第5入力信号における複数のエッジ領域間の距離をそれぞれ算出し、算出したエッジ領域間の距離が許容範囲に含まれるエッジ領域の組み合わせを求めてよい。マッチング手段40は、第1テンプレート信号における画素値のレベルが大きく変化する複数のエッジ領域を抽出してもよい。さらに、マッチング手段40は、第1テンプレート信号における複数のエッジ領域間の距離をそれぞれ算出し、算出したエッジ領域間の距離が許容範囲となるエッジ領域の組み合わせを求めてよい。

【0056】

マッチング手段40は、第5入力信号におけるエッジ領域の組み合わせの中心を、第1テンプレート信号におけるエッジ領域の組み合わせの中心と合わせることにより、決定領域画像をテンプレート画像とマッチングしてよい。

【0057】

マッチング手段40は、第6入力信号における画素値のレベルが大きく変化する複数のエッジ領域を抽出してもよい。さらに、マッチング手段40は、第6入力信号における複数のエッジ領域間の距離をそれぞれ算出し、算出したエッジ領域間の距離が許容範囲となるエッジ領域の組み合わせを求めてよい。マッチング手段40は、第2テンプレート信号における画素値のレベルが大きく変化する複数のエッジ領域を抽出してもよい。さらに、マッチング手段40は、第2テンプレート信号における複数のエッジ領域間の距離をそれぞれ算出し、算出したエッジ領域間の距離が許容範囲となるエッジ領域の組み合わせを求めてよい。

【0058】

マッチング手段40は、第6入力信号におけるエッジ領域の組み合わせの中心を、第2テンプレート信号におけるエッジ領域の組み合わせの中心と合わせることにより、決定領域画像をテンプレート画像とマッチングしてよい。

【0059】

本実施形態に係るウェハ処理装置10は、マッチング手段40が上記の方法で決定領域画像とテンプレート画像とをマッチングするので、テンプレート画像及び入力画像の取得状況に関わらず、入力画像中のマークを精度良く検出することができる。

【0060】

図2は、本実施形態に係るウェハ処理装置10が入力画像から近似部分領域を検出する各ステップを示すフローチャートである。

本実施形態において、まず、入力信号形成手段24が、第1入力信号及び第2入力信号を形成する(S10)。次に、第1軸第1部分検出手段26及び第2軸第1部分検出手段28が、それぞれ第1軸第1部分及び第2軸第1部分を検出する(S12、S14)。続いて、候補領域信号形成手段34が、第1軸第1部分及び第2軸第1部分により特定される候補領域画像を検出する(S16)。次に、第1軸第2部分検出手段30及び第2軸第2部分検出手段32が、それぞれ第1軸第2部分及び第2軸第2部分を検出する(S20、S22)。次に、マッチング手段40が、第1軸第2部分及び第2軸第2部分により特定される決定領域画像を検出する(S24)。

【0061】

以下に、各ステップの詳細を図を用いて説明する。

図3は、本発明の一実施形態に係るウェハ処理装置により、ウェハの入力画像からマークを検出する手順を示す模式図である。

【0062】

図3(a)は、予め与えられたテンプレート画像を示す。本実施形態におけるテンプレート画像は、第1軸方向に平行な2本の線と第2軸方向に平行な3本の線とを含む模様を有する。この模様はウェハ上にエッチングで形成された凹凸に

より構成されてよい。この場合、例えばCCD (Charged Coupled Device) 等で撮影されたテンプレート画像の模様部分は、その他の部分とコントラストが異なり、画素値も異なる。また、テンプレート画像は、予めテンプレート画像記憶手段12に記憶されたデータであってもよい。

【0063】

テンプレート信号形成手段22は、テンプレート画像の画素値を第1軸上及び第2軸上にそれぞれ投影する。第1軸上及び第2軸上に投影された第1テンプレート信号及び第2テンプレート信号は、テンプレート画像の模様の部分の画素値が他の部分の画素値と異なる。従って、第1テンプレート信号及び第2テンプレート信号は、それぞれテンプレート画像の模様を反映したパターンを有する。

【0064】

図3 (b) は、入力画像取得手段14により取得された入力画像を示す。本実施例における入力画像は、テンプレート画像と実質的に同一の近似部分領域であるマークを含む。入力画像に含まれるマークは、ウェハ上にエッチングで形成された凹凸により構成される。そのため、例えばCCD等で撮影された入力画像のマークは、その他の部分とコントラストが異なり、画素値も異なる。

【0065】

入力信号形成手段24は、入力画像の画素値を第1軸上及び第2軸上にそれぞれ投影する。第1軸上及び第2軸上に投影された第1入力信号及び第2入力信号は、入力画像のマーク部分の画素値が他の部分の画素値と異なる。従って、第1入力信号及び第2入力信号は、それぞれマークの模様を反映したパターンを有する。

【0066】

第1軸第1部分検出手段26は、テンプレート画像の第1テンプレート信号を入力画像の第1入力信号上で走査させる。具体的には、第1軸第1部分検出手段26は、第1テンプレート信号を第1軸方向におけるテンプレート画像の幅の範囲毎に第1入力信号上で走査して第1テンプレート信号と第1入力信号とを比較してもよい。第1軸第1部分検出手段26は、第1テンプレート信号と第1入力信号との相関を示す第1相関値を算出してもよく、第1相関値に基づいて、第1

軸第1部分を検出してよい。第1軸第1部分検出手段26は、第1テンプレート信号及び第1入力信号からそれぞれエッジ領域を検出し、エッジ領域における各信号の画素値と座標とに基づいて、第1相関値を算出してもよい。

【0067】

第1相関値は、以下の式(1)～式(3)に基づいて算出される正規化相関値であってよい。本実施形態においては、第1テンプレート信号及び第1入力信号のエッジ領域の座標の信号値のみを用いて正規化相関値を算出する。

【0068】

数1は第1テンプレート信号の信号値を算出する式である。

【数1】

$$T_x(m) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N T(m, n)$$

ここで、 $T(m, n)$ は、テンプレート画像の第1軸方向の座標m、第2軸方向の座標nにおける画素値である。Nは、テンプレート画像における第2軸方向の画素の画素数である。 $T_x(m)$ は、第1軸方向の座標nにおける第1テンプレート信号の信号値である。信号値 $T_x(m)$ から第1テンプレート信号におけるエッジ領域の座標を検出する。

【0069】

数2は第1入力信号の信号値を算出する式である。

【数2】

$$X_x(i) = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J X(i, j)$$

ここで、 $X(i, j)$ は、入力画像の第1軸方向の座標i、第2軸方向の座標jにおける画素値である。Jは、入力画像における第2軸方向の画素の画素数である。 $X_x(i)$ は、第1軸方向の座標iにおける第1入力信号の信号値である。信号値 $X_x(i)$ から第1入力信号におけるエッジ領域の座標を検出する。

【0070】

数3は、正規化相関値を算出する式である。

【数3】

$$\gamma_x(i) = \frac{\sum_{m \in \text{refx}} (X_x(i+m-1) - \bar{X}_x) (T_x(m) - \bar{T}_x)}{\sqrt{\sum_{m \in \text{refx}} (X_x(i+m-1) - \bar{X}_x)^2 \sum_{m \in \text{refx}} (T_x(m) - \bar{T}_x)^2}}$$

$$\bar{X}_x = \frac{1}{M'} \sum_{m \in \text{refx}} X_x(i+m-1), \bar{T}_x = \frac{1}{M'} \sum_{m \in \text{refx}} T_x(m)$$

ここで、 M' は、第1テンプレート信号 $T_x(m)$ から検出したエッジ領域の画素の画素数である。

【0071】

第1軸第1部分検出手段26は、第1相関値が極大値を示す第1軸上の座標を第1軸第1部分として検出するのが好ましい。さらに、第1軸第1部分検出手段26は、第1相関値が極大値を示す座標中で、極大値が所定のしきい値より大きい座標を第1軸第1部分として検出してよい。また、第1軸第1部分検出手段26は、極大値を有する座標付近の座標のうち、所定のしきい値より大きい第1相関値を有する座標を第1軸第1部分として検出してもよい。第1軸第1部分検出手段26は、複数の座標を第1軸第1部分として検出してよい。本実施形態において、第1軸第1部分検出手段26は、2つの座標100及び102を第1軸第1部分として検出する。

【0072】

第2軸第1部分検出手段28は、テンプレート画像の第2テンプレート信号を入力画像の第2入力信号上で走査させる。具体的には、第2軸第1部分検出手段28は、第2テンプレート信号を第2軸方向におけるテンプレート画像の幅の範囲毎に第2入力信号上で走査して第2テンプレート信号と第2入力信号とを比較してもよい。第2軸第1部分検出手段28は、第2テンプレート信号と第2入力信号との相関を示す第2相関値を算出してもよく、第2相関値に基づいて、第2軸第1部分を検出してよい。第2軸第1部分検出手段28は、第2テンプレート

信号及び第2入力信号からそれぞれエッジ領域を検出し、エッジ領域における各信号の画素値と座標とに基づいて、第2相関値を算出してもよい。

第2相関値は、上述したように、第1相関値と同様の式に基づいて算出される正規化相関値であってよい。

【0073】

第2軸第1部分検出手段2.8は、第2相関値が極大値を示す第2軸上の座標を第2軸第1部分として検出するのが好ましい。第2軸第1部分検出手段2.8は、第2相関値が極大値を示す座標中で、極大値が所定のしきい値より大きい座標を第2軸第1部分として検出してよい。さらに、第2軸第1部分検出手段2.8は、第2相関値が極大値を示す座標中で、極大値が所定のしきい値より大きい座標を第2軸第1部分として検出してよい。また、第2軸第1部分検出手段2.8は、極大値を有する座標付近の座標のうち、所定のしきい値より大きい第2相関値を有する座標を第2軸第1部分として検出してよい。第2軸第1部分検出手段2.8は、複数の座標を第2軸第1部分として検出してよい。本実施形態において、第2軸第1部分検出手段2.8は、2つの座標104及び106を第2軸第1部分として検出する。

【0074】

以上のようにして、第1軸第1部分検出手段2.6により検出された第1軸第1部分及び第2軸第1部分検出手段2.8により検出された第2軸第1部分とから候補領域が特定される。候補領域は、テンプレート画像とほぼ等しい大きさであってよい。また、候補領域は、テンプレート画像より大きく、入力画像より小さくてもよい。候補領域信号形成手段3.4は、第1軸第1部分検出手段2.6及び第2軸第1部分検出手段2.8が、複数の第1軸第1部分及び第2軸第1部分をそれぞれ検出した場合、複数の第1軸第1部分及び第2軸第1部分によりそれぞれ特定される複数の候補領域を選出してよい。本実施形態において、候補領域信号形成手段3.4は、第1軸第1部分検出手段2.6及び第2軸第1部分検出手段2.8により検出された2つの第1軸第1部分100及び102と、2つの第2軸第1部分104及び106とによりそれぞれ特定される4つの候補領域108、110、112及び114を選出する。

【0075】

図3(c)は、第1軸第1部分及び第2軸第1部分により特定される候補領域を示す。

候補領域信号形成手段34は、第1軸第1部分検出手段26及び第2軸第1部分検出手段28により特定された候補領域の画素値を第1軸上及び第2軸上にそれぞれ投影した第3入力信号及び第4入力信号を形成する。候補領域信号形成手段34は、第3入力信号又は第4入力信号のいずれか一方のみを形成してもよい。本実施形態において、候補領域信号形成手段34は、4つの候補領域108、110、112及び114のそれぞれの画素値を第1軸上に投影した第3入力信号を形成する。

【0076】

第1軸第2部分検出手段30は、第1テンプレート信号を第1軸方向におけるテンプレート画像の幅の範囲毎に第3入力信号上で走査して第1テンプレート信号と第3入力信号とを比較してもよい。第1軸第2部分検出手段30は、第1テンプレート信号と第3入力信号との相関を示す第3相関値を算出してもよく、第3相関値に基づいて、第1軸第2部分を検出してよい。第1軸第2部分検出手段30は、第1テンプレート信号及び第3入力信号からそれぞれエッジ領域を検出し、エッジ領域における各信号の画素値と座標とにに基づいて、第3相関値を算出してもよい。第3相関値は、上述したように、第1相関値と同様の式に基づいて算出される正規化相関値であってよい。

【0077】

第1軸第2部分検出手段30は、第3相関値が最大となる第1軸上の座標を第1軸第2部分として検出するのが好ましい。本実施形態において、第1軸第2部分検出手段30は、複数の候補領域108、110、112及び114のそれから形成される複数の第3信号の中で最も大きい第3相関値を与える第3信号に対応する座標を第1軸第2部分として検出する。本実施形態において、候補領域114から形成される第3信号が最も大きい第3相関値を与えることとする。このとき、第1軸第2部分検出手段30は、第1軸第1部分102を第1軸第2部分として検出する。

【0078】

他の例において、候補領域信号形成手段34は、複数の候補領域108、110、112及び114を含むテンプレート画像より大きい領域を候補領域として選択してもよい。この場合、候補領域信号形成手段34は、選択した候補領域の画素値を第1軸上及び第2軸上にそれぞれ投影した第3入力信号及び第4入力信号を形成する。第1軸第2部分検出手段30は、上述した方法と同様にして第1軸第2部分を検出する。この場合、第1軸第2部分検出手段30は、第3相関値が極大値を示す第1軸上の座標を第1軸第2部分として検出するのが好ましい。第1軸第2部分検出手段30は、第3相関値が極大値を示す座標中で、極大値が所定のしきい値より大きい座標を第1軸第2部分として検出するのが好ましい。本実施形態において、第1軸第2部分検出手段30は、第3相関値が最大となる第1軸上の座標を第1軸第2部分として検出する。本実施形態において、第1軸第2部分検出手段30は、第1軸第1部分102に対応する部分を第1軸第2部分として検出することとする。

【0079】

第2軸第2部分検出手段32は、第2テンプレート信号を第2軸方向におけるテンプレート画像の幅の範囲毎に第4入力信号上で走査して第2テンプレート信号と第4入力信号とを比較してもよい。第2軸第2部分検出手段32は、第2テンプレート信号と第4入力信号との相関を示す第4相関値を算出してもよく、第4相関値に基づいて、第2軸第2部分を検出してよい。第2軸第2部分検出手段32は、第2テンプレート信号及び第4入力信号からそれぞれエッジ領域を検出し、エッジ領域における各信号の画素値と座標とにに基づいて、第4相関値を算出してもよい。第4相関値は、上述したように、第1相関値と同様の式に基づいて算出される正規化相関値であってよい。

【0080】

第2軸第2部分検出手段32は、第4相関値が極大値を示す第2軸上の座標を第2軸第2部分として検出するのが好ましい。第2軸第2部分検出手段32は、第4相関値が極大値を示す座標中で、極大値が所定のしきい値より大きい座標を第2軸第2部分として検出するのが好ましい。本実施形態において、第2軸第2

部分検出手段32は、第4相関値が最大となる第2軸上の座標を第2軸第2部分として検出する。本実施形態において、第2軸第2部分検出手段32は、第2軸第1部分106に対応する部分を第2軸第2部分として検出することとする。

【0081】

図3(d)は、入力画像において、第1軸第2部分と第2軸第2部分とから特定される決定領域画像を示す。

マッチング手段40は、決定領域画像をテンプレート画像とマッチングする。

【0082】

図4は、テンプレート画像を第1軸上及び第2軸上に投影させた第1テンプレート信号及び第2テンプレート信号を示す模式図である。

図4(a)において、第1軸を横軸とし、第2軸を縦軸とする。他の例において、第1軸をY軸とし、第2軸をX軸としてもよく、第1軸及び第2軸はどのような方向であってもよい。

【0083】

図4(b)は、第1軸方向における座標と第1テンプレート信号の信号値との関係を示す。第1テンプレート信号は、テンプレート画像の模様を反映したパターンを示す。本実施形態において、テンプレート画像は第1軸方向に平行な2本の線と第2軸方向に平行な3本の線とを含む模様を有する。そのため、第1テンプレート信号は第2軸に平行な3本の線を反映したエッジを有する。

【0084】

図4(c)は、第2軸方向における座標と第2テンプレート信号の信号値との関係を示す。第2テンプレート信号は、テンプレート画像の模様を反映したパターンを示す。本実施形態において、第2テンプレート信号は第1軸に平行な2本の線を反映したエッジを有する。

【0085】

第1軸第1部分検出手段26及び第2軸第1部分検出手段28は、エッジ部分の座標と、当該座標に対応する第1テンプレート信号及び第2テンプレート信号の信号値に基づいて第1軸第1部分及び第2軸第1部分を検出してよい。

【0086】

第1入力信号、第2入力信号、第3入力信号、第4入力信号、第5入力信号及び第6入力信号のエッジ領域も、同様の方法により検出されるのが好ましい。

【0087】

図5は、各信号において、エッジ領域を抽出するステップを示すチャートである。

図5 (a) ~図5 (c) は、立ち下がり部分のエッジ領域を検出するステップを示す。図5 (a) は、第1テンプレート信号の座標に対する信号値を示す。

【0088】

第1軸第1部分検出手段26は、第1テンプレート信号を微分して1次微分値を算出する。次に、第1軸第1部分検出手段26は、第1テンプレート信号の1次微分値をさらに微分して2次微分値を算出する。図5 (b) は、第1テンプレート信号の座標に対する1次微分値及び2次微分値を示す。第1軸第1部分検出手段26は、1次微分値が極小値となる1次極値座標を検出する。図5 (c) に示すように、第1軸第1部分検出手段26は、1次極値座標を挟む微分した2次微分値が極小となる座標から2次微分値が極大となる座標までを第1テンプレート信号の立ち下がりのエッジ領域として抽出する。

【0089】

図5 (d) ~図5 (f) は、立ち上がり部分のエッジ領域を検出するステップを示す。図5 (d) は、第1テンプレート信号の座標に対する信号値を示す。

第1軸第1部分検出手段26は、第1テンプレート信号を微分して1次微分値を算出する。次に、第1軸第1部分検出手段26は、第1テンプレート信号の1次微分値をさらに微分して2次微分値を算出する。図5 (e) は、第1テンプレート信号の座標に対する1次微分値及び2次微分値を示す。第1軸第1部分検出手段26は、1次微分値が極大値となる1次極値座標を検出する。図5 (f) に示すように、第1軸第1部分検出手段26は、1次極値座標を挟む微分した2次微分値が極大となる座標から2次微分値が極小となる座標までを第1テンプレート信号の立ち上がりのエッジ領域としてそれぞれ抽出する。

【0090】

他の例において、第1軸第1部分検出手段26は、第1入力信号における画素

値のレベルが大きく変化するエッジ領域を抽出してもよい。さらに、第1軸第1部分検出手段26は、第1入力信号における複数のエッジ領域間の距離をそれぞれ算出し、第1入力信号における算出したエッジ領域間の距離が許容範囲に含まれるエッジ領域の組み合わせを求めてよい。第1軸第1部分検出手段26は、第1テンプレート信号における画素値のレベルが大きく変化する複数のエッジ領域を抽出してよい。さらに、第1軸第1部分検出手段26は、第1テンプレート信号における複数のエッジ領域間の距離をそれぞれ算出し、第1テンプレート信号における算出したエッジ領域間の距離が許容範囲となるエッジ領域の組み合わせを求めてよい。第1軸第1部分検出手段26は、第1入力信号におけるエッジ領域の組み合わせの中心を、第1テンプレート信号におけるエッジ領域の組み合わせの中心と合わせることにより、第1軸第1部分を検出してもよい。また、第2軸第1部分検出手段28は、第2入力信号における画素値のレベルが大きく変化するエッジ領域を抽出してよい。さらに、第2軸第1部分検出手段28は、第2入力信号における複数のエッジ領域間の距離をそれぞれ算出し、第2入力信号における算出したエッジ領域間の距離が許容範囲に含まれるエッジ領域の組み合わせを求めてよい。第2軸第1部分検出手段28は、第2テンプレート信号における画素値のレベルが大きく変化する複数のエッジ領域を抽出するステップと、第2テンプレート信号における複数のエッジ領域間の距離をそれぞれ算出し、第2テンプレート信号における算出したエッジ領域間の距離が許容範囲となるエッジ領域の組み合わせを求めてよい。第2入力信号におけるエッジ領域の組み合わせの中心を、第2テンプレート信号におけるエッジ領域の組み合わせの中心と合わせることにより、第2軸第1部分を検出してもよい。第1軸第2部分検出手段30及び第2軸第2部分検出手段32も、第1軸第1部分検出手段26及び第2軸第1部分検出手段28と同様の処理を行うことにより、それぞれ第1軸第2部分及び第2軸第2部分を検出してよい。

【0091】

本実施形態に係るウェハ処理装置10は、入力画像から第1軸第1部分及び第2軸第1部分を一次元的に検出するので、近似部分領域が含まれる可能性の高い候補領域を迅速に特定することができる。

【0092】

さらに、本実施形態に係るウェハ処理装置10は、候補領域から第1軸第2部分を検出することにより、近似部分領域を特定することができるので、迅速に画像マッチングを行うことができる。

【0093】

また、本実施形態に係るウェハ処理装置10は、候補領域及び近似部分領域をエッジ領域の信号値に基づいて検出することにより、ウェハの状態によって生じる入力画像の画像値の局所的な変動に影響されることなく入力画像中のマークを精度良く検出することができる。

【0094】

さらに、本実施形態に係るウェハ処理装置10は、まず、入力画像から近似部分領域が含まれる可能性の高い候補領域を検出した後に当該候補領域から近似部分領域を特定するので、入力画像中のマークを効率良く検出することができる。

【0095】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更又は改良を加えることができる。その様な変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

【0096】

【発明の効果】

上記説明から明らかなように、本発明によれば画像マッチングを迅速に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態に係るウェハ処理装置を示すブロック図である。

【図2】

本実施形態に係るウェハ処理装置が入力画像から近似部分領域を検出する各ステップを示すフローチャートである。

【図3】

本発明の一実施形態に係るウェハ処理装置により、ウェハの入力画像からマークを検出する手順を示す模式図である。

【図4】

テンプレート画像を第1軸上及び第2軸上に投影させた第1テンプレート信号及び第2テンプレート信号を示す模式図である。

【図5】

各信号において、エッジ領域を抽出する手順を示すチャートである。

【符号の説明】

10…ウェハ処理装置、12…テンプレート画像記憶手段、14…入力画像取得手段、20…マッチング装置、22…テンプレート信号形成手段、24…入力信号形成手段、26…第1軸第1部分検出手段、28…第2軸第1部分検出手段、30…第1軸第2部分検出手段、32…第2軸第2部分検出手段、34…候補領域信号形成手段、40…マッチング手段、42…ウェハ移動手段

【書類名】 図面

【図1】

10

20

34

候補領域信号
形成手段

26

第1軸第1部分
検出手段

28

第2軸第1部分
検出手段

22

テンプレート信号
形成手段

24

入力信号形成手段

12

テンプレート画像
記憶手段

14

入力画像取得手段

40

マッチング手段

30

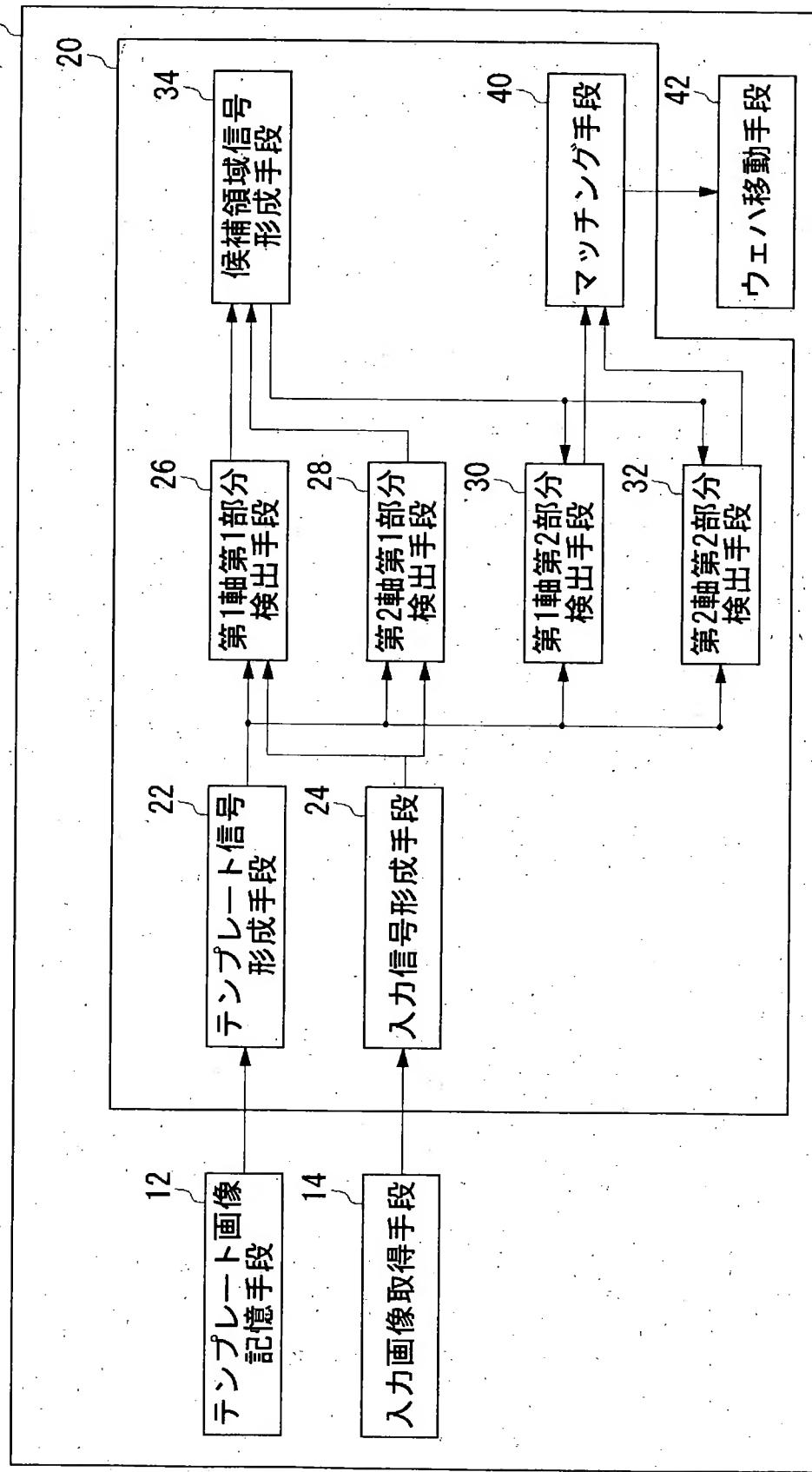
第1軸第2部分
検出手段

32

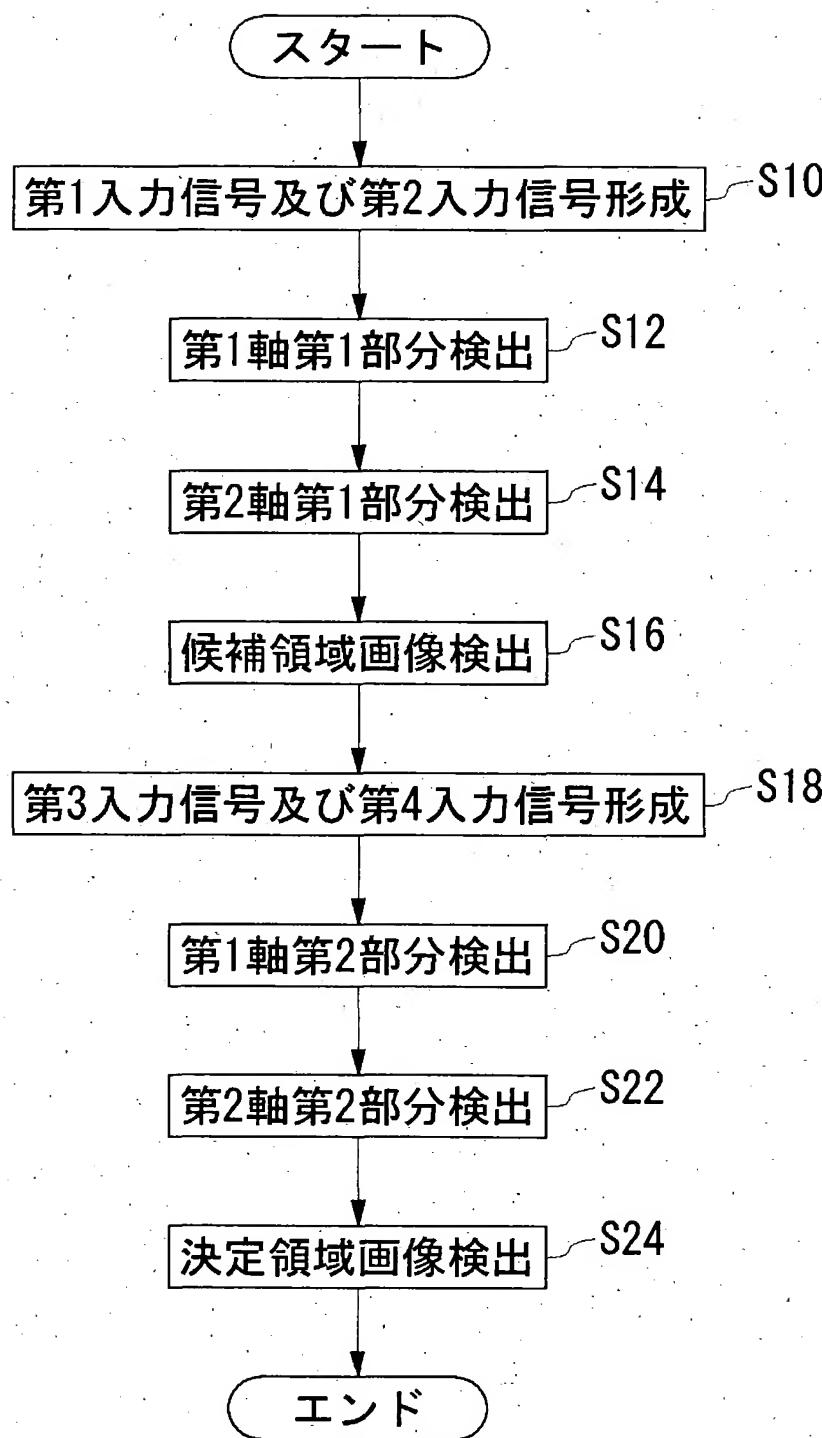
第2軸第2部分
検出手段

42

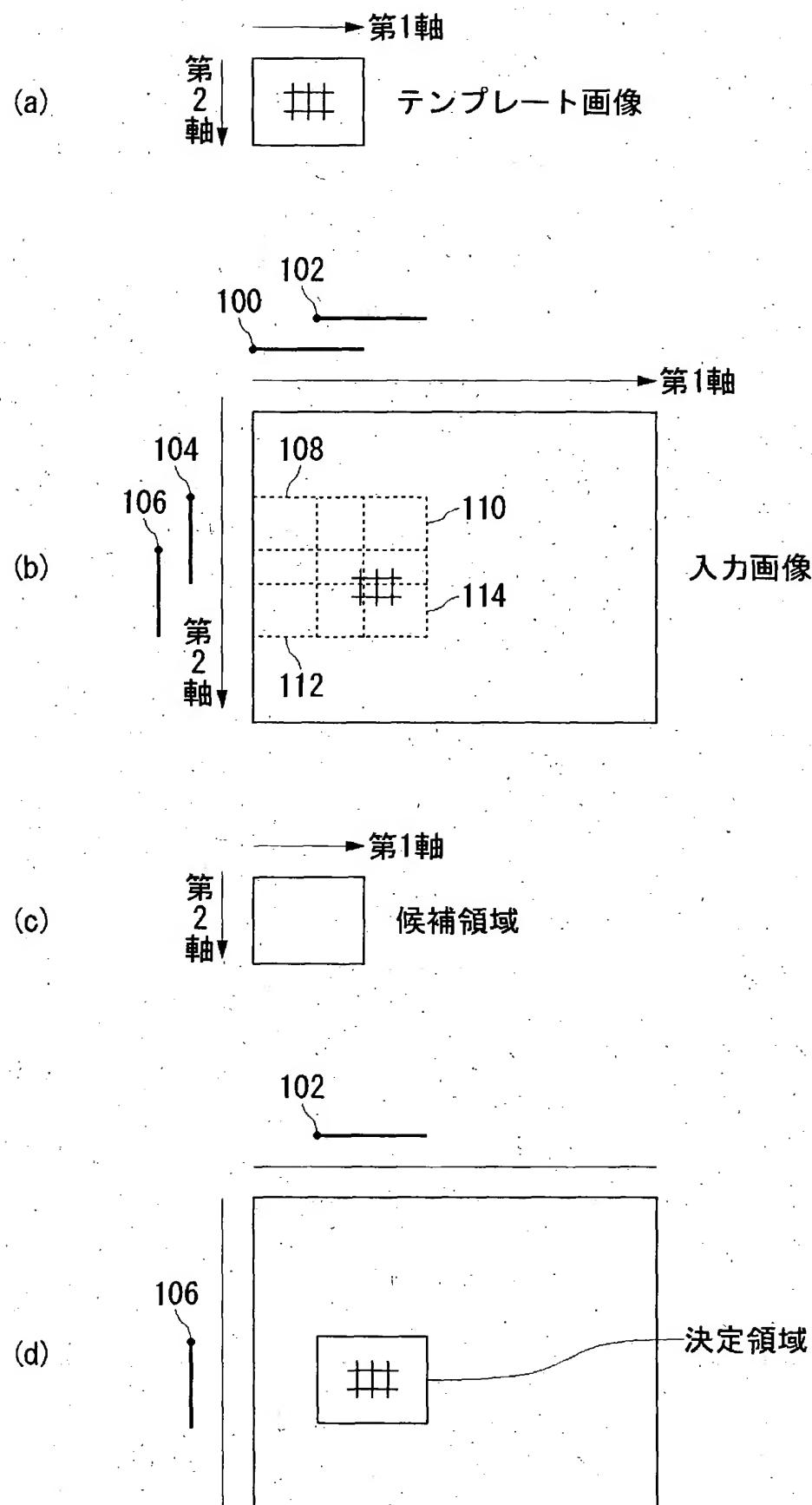
ウェハ移動手段



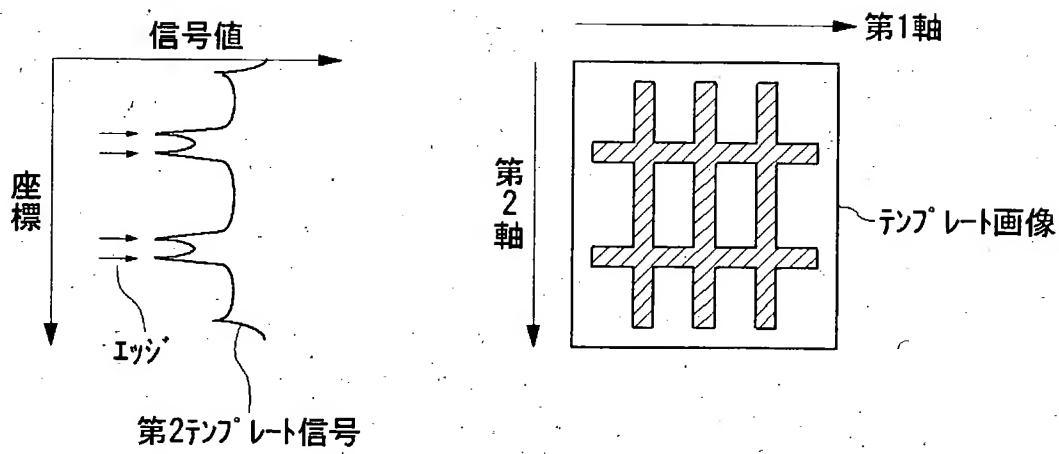
【図2】



【図3】

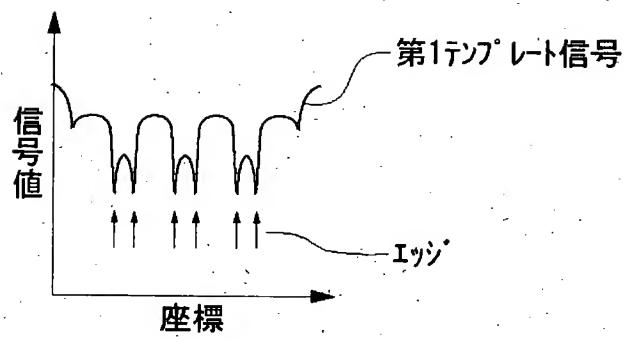


【図4】



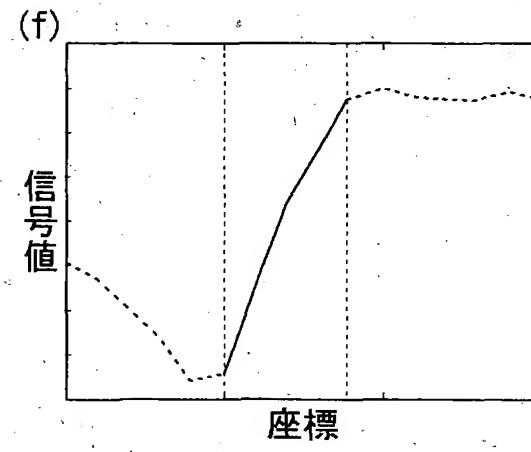
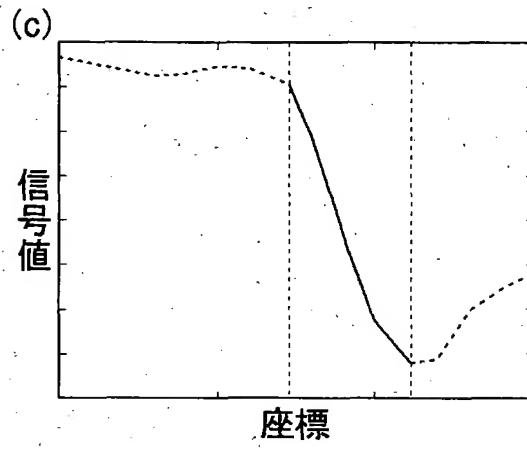
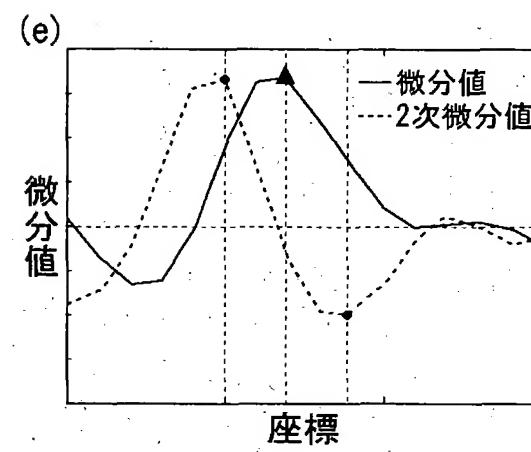
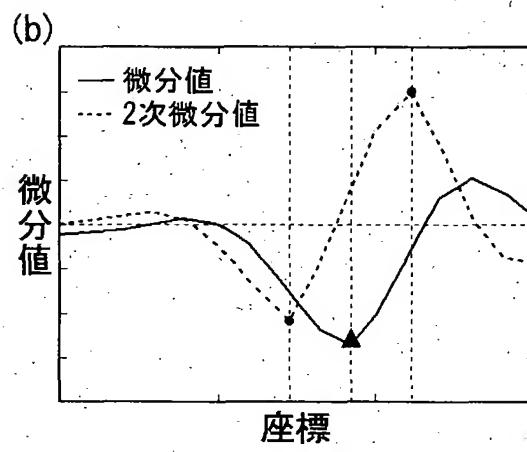
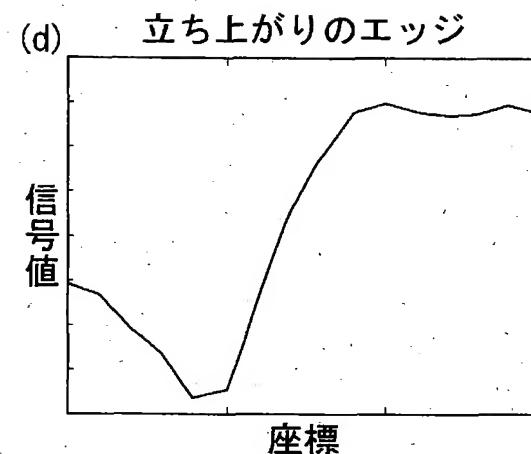
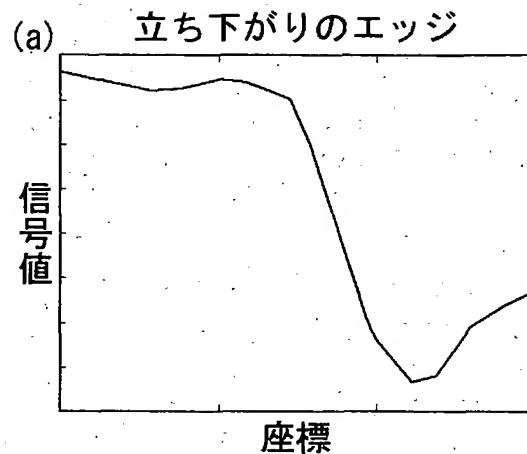
(c)

(a)



(b)

【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 画像マッチングを迅速に行う。

【解決手段】 ウェハ処理装置10は、予め与えられたテンプレート画像に近似した近似部分領域を入力画像から検出するマッチング装置20を有する。マッチング装置20は、入力画像の画素値を第1軸上及び第2軸上にそれぞれ投影した第1入力信号及び第2入力信号を形成する入力信号形成手段24と、入力画像から第1軸方向における近似部分領域を含む第1軸第1部分を検出する第1軸第1部分検出手段26と、第2軸方向における近似部分領域を含む第2軸第1部分を検出する第2軸第1部分検出手段28と、第1軸第1部分及び第2軸第1部分により特定される入力画像における候補領域画像の画素値を第1軸上に投影した第3入力信号を形成する候補領域信号形成手段と、第1軸方向における近似部分領域を含む第1軸第2部分を検出する第1軸第2部分検出手段30とを備える。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [390005175]

1. 変更年月日 1990年10月15日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都練馬区旭町1丁目32番1号

氏 名 株式会社アドバンテスト